

RADYOTERAPİ UYGULAMA İLKELERİ-2

Prof Dr Ş Çakır GÖKÇE *

Radyoterapi (RT), İngilizcede ışın karşılığında kullanılan *radio* ve tedavi karşılığında kullanılan *therapy* sözcüklerinden meydana gelen bileşik bir isim olup, dilimize *ışın tedavisi* olarak çevrilebilir. RT, cerrahi ve kemoterapi (KT) gibi kanser tedavisinde kullanılan ana tedavi yöntemlerinden biridir. Yüksek enerjili iyonlaştırıcı radyasyonların kanser ve kanser dışı bazı hastalıklarda tedavi amacıyla kullanılması olarak tanımlanabilir ve başta baş-boyun kanserleri olmak üzere, vücudun bütün bölgelerinden kaynaklanan kanserlerin tedavisinde kullanılır.

Bazı kanserlerde tek başına kür sağlayabilir. Bununla birlikte, genellikle cerrahi ve kemoterapiyle birlikte uygulanması gerekir. Tüm beden ışınlanması gibi durumlarda sistemik olarak uygulansa da daha çok lokal veya lokorejyonel olarak uygulanır.

Kanserli hastalarda RT'nin uygulanma alanı oldukça geniştir. Küratif amaçla kullanılabileceği gibi, kür sağlanmasının mümkün olmadığı hastalarda palyatif amaçla da kullanılabilir. Bütün kanser tür ve evreleri birlikte ele alındığında, kanserli hastaların yaklaşık %60-70'inde hastalığın herhangi bir evresinde RT gereksiniminin ortaya çıkabileceği söylenebilir.

Radyoterapide ileri ve karmaşık teknolojiye sahip yüksek enerjili iyonizan radyasyon üreten aygıtlar kullanılır. Bu nedenle, RT başarısı ile oluşan yan etkiler arasındaki sınır çok dardır. RT'de hedef, normal doku ve organlarda mümkün olduğu kadar az yan etki (minimum toksisite) ile mümkün olduğu kadar yüksek lokal kontrol (maksimum kontrol) elde etmektir. Terapötik indeks olarak adlandırılan bu hedef, komplikasyonsuz ya da kabul edilebilir komplikasyon oranlarıyla maksimum kür veya kontrol elde edilmesi anlamına gelir.

RADYOTERAPİ SÜRECİ

Kanserli hastada radyoterapi süreci, yüksek teknoloji ürünü çok sayıda ekipmanla birlikte, bu ekipmanı kullanan, radyoterapi kararı veren, planlayan ve uygulayan çok sayıda kişinin görev yapmasını gerektiren oldukça karmaşık bir süreçtir.

Radyoterapi, bazılarında hastanın doğrudan içinde yer almadığı ve sıklıkla sürecin önceki basamaklarına tekrar dönülmesini gerektirebilen birbirini izleyen basamaklar halinde uygulanır. Bu süreçte, hasta, ekipman ve ekibe ilişkin yüzlerce parametre söz konusudur. Parametrelerden herhangi birinde ortaya çıkan bir sorun veya aksama, hastada geriye dönüşü mümkün olmayan hata ve sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle ekip, ekipman ve hasta arasındaki ilişkilerin yani radyoterapi sürecinin iyi bilinmesi gerekir.

1. Klinik onkolojik değerlendirme ve radyoterapi kararı

Radyoterapi sürecinde ilk basamak, hastanın RT'ye gereksinimi olup olmadığının belirlenmesidir. Bu karar, hastanın onkolojik açıdan geniş kapsamlı değerlendirilmesini gerektirir. Bu yüzden, hastanın tanı ve tedavisinde rolü olan bütün uzmanlık alanlarının bir araya geldiği multi-disipliner tümör konseyi (MDTK) tarafından verilir. MDTK'nde yapılan değerlendirme sonrası, gerekliyse tanı ve tedavi çalışmaları planlanıp tedavi planı belirlenir : hastanın tedavisi açısından başka tanısal veya evreleme çalışmalarına gerek olup olmadığının belirlenmesinin yanısıra cerrahi, radyoterapi, kemoterapi ve benzeri tedavi yöntemlerinin tek başına mı yoksa birlikte mi uygulanacağı, birlikte uygulanmaları halinde hangi sırayla ve nasıl uygulanacakları belirlenip tedavi planı kararlaştırılır. Alınan karar ve üzerinde uzlaşılan tedavi planı, tümör konsey defterine yazılıp tüm uzmanlar tarafından imzalanır.

2. Hastanın bilgilendirilmesi ve olurunun alınması

Tedavi planı yapıp radyoterapinin bu plan içindeki yeri belirlendikten sonraki basamak, hastanın tedavi konusunda bilgilendirilmesi ve olurunun alınmasıdır.

Uygulanacak radyoterapi ve zamanı konusunda hasta, radyasyon onkoloğu tarafından açık ve anlaşılır bir dille bilgilendirilir ve RT randevusu verilir. Hastaya RT randevusu ile birlikte randevu tarihine kadar incelemesi için *Radyoterapi Bilgilendirme ve Olur Formu* da verilmelidir. Çünkü, poliklinik koşullarında kısa süre içinde yapılan sözlü bilgilendirme, çoğu kez yeterli değildir. Bu bakımdan, hastaya RT'nin sağlayacağı yarar ve yol açabileceği yan etkiler üzerinde düşünmesi ve formu imzalaması yeterli bir süre verilmesi gerekir. Hastanın tedavinin kendisine sağlayacağı yarar ve verebileceği zararları sözlü ve yazılı olarak anlamış olması ve tedaviye olur vermesi, hem tıbbi hem de hukuksal açıdan en önemli konulardan birini oluşturur.

3. Işınlama pozisyonunun belirlenmesi ve doğrulanması

RT planlamasında ilk basamak, hastaya rahat edebileceği ve tedavi boyunca rahatlıkla tekrarlayabileceği *uygun pozisyonun* belirlenmesidir. RT'nin gerek planlama gerekse uygulama aşamalarında hastanın aynı pozisyonu koruması, RT uygulamasının vazgeçilmez ilkelerinden birini oluşturur. Uygun pozisyon, radyasyon fizikçisi ve teknikerle birlikte radyasyon onkolojisi uzmanı tarafından belirlenir ve RT uygulanacak bölgeye göre farklılık gösterir. Uygun pozisyon verildikten sonra, bu pozisyonun uygun olup olmadığının doğrulanması gerekir. Pozisyon doğruluğu, kullanılan planlama yöntemi ve RT uygulanacak bölgeye göre farklılık gösterir. *İki boyutlu planlamada pozisyon doğruluğu, konvansiyonel simülatörde skopi görüntüleri; üç boyutlu planlamada ise BT-simülatörde 'scout' görüntüleri yardımıyla kontrol edilir.*

4. İmmobilizasyon (Sabitleme)

Radyoterapide tümör kontrolü için gerekli radyasyon dozu, bir kerede değil, 1 ile 35 gün arasında değişen süre içerisinde, genellikle 1.8-2 Gy'lik fraksiyonlara bölünerek verilir. Tümör kontrolünü sağlayabilecek yeterli radyasyon dozunun verilebilmesi için, RT'nin her gün aynı bölgeye ve aynı geometrik koşullar altında uygulanması gerekir. Bunun için, planlama aşamasında hastaya uygun pozisyon verilmesi ve pozisyonun doğruluğunun sağlanması yeterli değildir. Verilen pozisyonun tüm tedavi boyunca aynı şekilde tekrarlanmasının sağlanması da gerekir. Bu basamak, RT'de *immobilizasyon* olarak adlandırılır. Uygun pozisyonu sağlama ve tekrarlamada hastayla yapılan işbirliği önemli olmakla birlikte, bu konuda ona yardımcı olabilecek bazı araç ve gereçlerin kullanılması da gerekir. İmmobilizasyon gereçleri, RT uygulanacak bölge ve hastanın durumuna göre farklılık gösterir. Baş-boyun bölgesinden kaynaklanan tümörlerin RT'sinde, yastık, termoplastik maske ve çene sabitleyiciler kullanılırken; pelvis içindeki organlardan kaynaklananlarda dizaltı ve ayak sabitleyiciler ile birlikte vakumlu yataklar kullanılır.

Bununla birlikte immobilizasyon, akciğer, kalp, larenks, prostat ve barsak gibi organlarda ışınlama sırasında da devam eden fizyolojik hareketleri önlemekte tek başına yeterli değildir. Organ hareketleri, hedef rolüm ve risk altındaki organ (RAO)'ların yerini değiştirerek, buraların alacağı radyasyon dozlarının değişmesine yol açar. Buna bağlı olarak, hedef doku ve RAO'lar eksik veya fazla doz alabilir. Radyasyon dozlarının eksik olması tümör kontrolünde azalmayla, fazla olmasıysa normal dokularda yan etkilerin artmasıyla sonuçlanır. Bu nedenle RT'nin planlama ve uygulama aşamalarında, immobilizasyona ek olarak, organ ve fizyolojik hareketlerin etkisini minimuma indiren hareket yönetimi sistemlerin kullanılmasını gerekebilir (örneğin *active breath control*).

5. Işınlanacak bölgenin görüntülenmesi

Pozisyon doğrulaması ve immobilizasyondan sonraki adım, RT uygulanmasına karar verilen bölgenin bilgisayarlı tomografi (BT)-simülatörde ile görüntülerinin alınmasıdır. Görüntüleme, ışınlanması gereken hedef volüm ve tümör yatağı ile radyasyondan korunması gereken RAO'ların belirlenmesi ve doz hesabı için zorunludur.

Üç ve dört boyutlu RT planlaması için görüntü elde etme işlemi, BT-simülatörde; iki boyutlu planlama için ise konvansiyonel simülatörde yapılır.

BT-simülatörde görüntü almadan önce yapılması gereken ilk işlem, hastanın hedef volümüne yakın bir yerde referans noktalarının lazerle belirlenmesi ve bu noktaların BT kesitlerinde görülebilmesi için 1- 2 mm çapında radyopak bilyeler ile işaretlenmesidir. Bu işaretlemeden sonra artık, hastanın BT görüntüleri alınabilir. BT görüntüleri alınacak bölge, görüntü kesit aralıkları vb. parametreler radyasyon onkolojisi uzmanı tarafından belirlenir.

6. Hedef hacimler ve çevresindeki normal doku ve organların çizimi (Contouring)

BT-simülatörde elde edilen BT kesitleri, RT planlama sistemine (RTPS) gönderilir. Elde edilen görüntüler üzerinde, ışınlanması ve korunması kararlaştırılan risk altındaki organ (RAO)'lar hekim tarafından belirlenip çizilir. RT'de, BT kesitleri üzerinde yapılan hedef volüm ve RAO işaretleme ve çizim işlemine konturlama adı verilir. Konturlama, söz konusu hedef volüm ve RAO'lar için her BT kesiti üzerinde ayrı ayrı yapılmalıdır. Bu işlem, RTPS'nin konturlama istasyonu adı verilen birimi üzerinde gerçekleştirilir.

Hedef volüm belirlenirken, BT-simülatörde alınan görüntüler bazen yeterli olmayabilir; BT'ye ek olarak, manyetik rezonans (MR), ultrasonografi (US), pozitron emisyon tomografisi (PET) veya PET-BT görüntülerine de

gereksinim duyulabilir.

7. Planlama

RT'nin hedefinin, komplikasyonsuz ya da kabul edilebilir komplikasyon oranlarıyla tümörlerde maksimum kontrol veya kür elde edilmesi olduğu; iyonizan radyasyonun kanser ve normal hücreler üzerinde ayırım yapmayıp her ikisini de etkilediği belirtilmişti. Yani, RT'de uygulanan her düzeydeki radyasyon dozunun, belli bir tümör kontrol olasılığı ve belli bir normal doku komplikasyon olasılığı vardır. Bu bakımdan, tıbbın diğer alanlarında olduğu gibi, RT'de de komplikasyonsuz bir tedaviden söz etmek mümkün değildir. Bununla birlikte, kabul edilebilir normal doku komplikasyon veya toksisite oranlarıyla, lokal kontrol veya kür elde edilmesi mümkündür.

Bu hedefe ulaşabilmek için, öncelikle risk altındaki normal doku ve organlara mümkün olduğu kadar düşük, hedef tümör volümüne ise, mümkün olduğu kadar yüksek doz verilmesi gerekir.

RT'de doz birimi Gy (Gray)'dir. Gray denince, 1 kg'lık dokuda 1 Joule'lük enerji absorbe edilmesine yol açan iyonlaştırıcı radyasyon miktarı anlaşılır.

Kanser ve normal dokular arasında RT'ye duyarlılık bakımından önemli farklar vardır. Kanser ve normal dokular, kendi aralarında da radyasyona duyarlılık yönünden farklılık gösterir. Aynı tümörün aynı histolojik tip ve farklı bölgelerinin radyasyona verdiği yanıt bile birbirinden farklıdır. Benzer durum, normal doku ve organlar için de geçerlidir. Başka bir deyişle; tümörleri kontrol etmek için gerekli toplam RT dozları önemli farklar gösterdiği gibi normal doku ve organların tolerans dozları da birbirinden farklıdır.

Seminom ve lenfoma gibi bazı tümör türleri dışta bırakılırsa, RT'de tümörleri kontrol etmek için uygulanması gerekli olan toplam RT dozlarının, normal doku ve organların tolerans dozlarından daha yüksek olduğu

söylenbilir.

Bu nedenle, RT’de terapötik indeksi yükseltmek için yapılması gereken ilk iş, tümörü ışınlarken mümkün olduğu kadar az normal doku ve organ ışınlamaktır. Üç boyutlu konformal (3DCRT), yoğunluk ayarlı (IMRT), görüntü kılavuzluğunda (IGRT) ve partiküler RT ile brakiterapi gibi RT’de kullanılan tekniklerinin hepsinde amaç, daha az normal doku ışınlamaktır.

Hangi RT tekniği kullanılırsa kullanılsın, RT’de doz seçimi ve doz reçetesi çok önemlidir. Çünkü, tümöre hedeflenen dozun yüzde 5 ve daha azının uygulanması, tümör kontrolünde azalma; normal dokulara tolerans dozun yüzde 5 ve daha fazlasının uygulanması ise, komplikasyonlarda artma ile sonuçlanır.

Terapötik indeksi düzeltmek için RT’de üretilen çözüm yollarından en eski ve en önemlisi, tümörleri kontrol etmek için gerekli olan toplam dozun, bir kerede değil, günlük parçalara (fraksiyon) bölünerek verilmesidir. RT uygulaması, genellikle bir günde değil, 1.8-2 Gy’lik fraksiyonlara bölünerek, tümörün özelliğine göre 10 ile 35 gün arasında tamamlanır. Tümör ve RT’nin amacına bağlı olmak üzere günlük dozların 5-8 Gy’e, toplam sürenin ise, 2 ile 5 güne indirilmesi de söz konusu olabilir.

Toplam dozun, günlük 1.8-2 Gy’ lik parçalara bölünerek uzun bir zaman diliminde (2-7 hafta) verilmesi, RT’de ‘fraksiyonasyon’ olarak adlandırılır. ‘Fraksiyonasyon’, başlıca dört mekanizma yoluyla, RT uygulaması sırasında tümör lehine bir üstünlük sağlayarak terapötik aralığı genişletir: Birbirini izleyen günlük iki RT dozu arasındaki sürede, tümör hücreleri RT’ye bağlı hasarı normal hücrelere göre daha zor onarır, hatta onaramaz (repair). Tümör hücreleri yeniden oksijenlenme ile normal hücrelere göre RT’ye daha duyarlı hale gelirler (reoxygenation). Bunlardan başka, tümör hücrelerinin RT’ye daha duyarlı oldukları fazlarda (Geç G2 ve M) bulunmaları (redistribution) ve normal hücrelerin kendi kendilerini yenilemelerine (repopulation) olanak sağlanmış olur.

Hangi RT tekniği kullanılırsa kullanılsın RT planlamasında amaç, hedef

tümör volümünün toplam dozu homojen bir şekilde alması, risk altındaki normal doku ve organların ise tolerans doz sınırlarını aşmamasıdır. Bu, radyasyon onkoloğuyla birlikte radyasyon fizikçisinin görevidir.

8. Dijital rekonstrükte radyogramların (DRR) oluşturulması

Radyasyon fizikçisi, radyasyon onkoloğu tarafından verilen reçete doğrultusunda BT-simülatörden aktarılan BT kesitleri üzerinde, bir dizi çalışma gerçekleştirir: RT planlama sisteminde (RTPS) ışınlanacak bölgeye uygun radyasyon enerjisi seçimi, alan sayısı, yeri ve boyutları ile hedef tümör ve normal dokularda doz dağılımının belirlenmesi ve RT alanlarının dijital olarak oluşturulması (DRR). Bu çalışmalar sonunda, hastaya ilişkin alternatif RT planları hazırlanır. Hedef ve RAO'larda istenilen doz dağılımını sağladığına karar verilen plan, radyasyon onkoloğu tarafından onaylanır. Onaylanmış tedavi planına ilişkin bilgiler ile RTPS'de oluşturulan DRR' lar sanal simülasyon konsoluna gönderilir.

9. Sanal simülasyon

Radyasyon onkoloğu tarafından onaylanan RT planı uygulamaya sokulmadan önce, hasta pozisyonlama ve immobilizasyon gereçleriyle birlikte tekrar BT-simülatör masasına yatırılır. Görüntü elde edilmesi sırasında hastanın üzerine çizilmiş olan referans çizgiler, simülatör odasındaki koordinat sistemine ilişkin referans noktalarla üst üste getirilir. RTPS'de son hali verilmiş olan planlama koordinatlarına göre, referans noktalarda gerekli kaydırmalar yapılır. Kaydırma işlemi, RT tedavi aygıtlarında (lineer hızlandırıcı), hasta doğrudan doğruya tedavi masasına yatırılarak da yapılabilir. Referans noktalarının doğru olup olmadığı, simülatör veya tedavi aygıtında alınan ortogonal grafipler ile

kontrol edilebilir. Referans noktaların doğruluğundan emin olunduktan sonra, bu noktalar hasta üzerine işaretlenir.

10. Hedef hacmin doğrulanması

Tedavi sırasında, her defasında hasta pozisyonlama ve immobilizasyon gereçleriyle birlikte aygıt masasına yatırılıp referans noktalar oturtulur. RT verilmeden önce, RT alanlarının her defasında planlamada oluşturulan DRR'larla karşılaştırılarak hedefin hacmin ışımlandığından emin olunması gerekir. Bunun için tedavi pozisyonunda yatmakta olan hastanın RT alanlarının görüntülenmesi gerekir. Bu işlem, dijital röntgen (mega veya kilo voltaj portal görüntüleme), BT veya US ile yapılabilir. Ancak, bu teknikler bazı kanserlerde yeterli olmadığından, bunlara elektromanyetik 'marker' ve optik izleme gibi tekniklerin eklenmesi gerekebilir.

11. Tedavinin uygulanması

Hedefin doğruluğundan emin olunduktan sonra, artık sıra tışınlama yani edavi uygulamasına gelmiştir. Yukarıda belirtildiği gibi, RT'de toplam doz bir kerede değil, günlük parçalar halinde uygulanır. Bu nedenle, toplam tedavi süresi genellikle 2 hafta ile 7 hafta arasında değişir. RT'nin her fraksiyonunun aynı fiziksel ve geometrik koşullar sağlanarak verilmesi gerekir.

12. Periyodik kontrol

Hasta ve kanserin özelliğine göre RT süresince, tümör ve normal dokuların radyasyona yanıtı yönünden hastanın düzenli olarak kontrolü yapılır. Erken yan etkiler ve varsa yandaş hastalıklarıyla ilgili gerekli tedavileri düzenlenir.

13. Tedavi sonrası izleme

RT'si tamamlanan hasta, tümör yanıtı ve normal doku yan etkileri yönünden değerlendirildikten sonra, kanserin evre ve durumuna göre ayda bir, 3 ayda bir veya 6 ayda bir kontrole çağrılır. Kontrollerde, RT uygulaması sırasında olduğu gibi, erken yineleme ve tedavi yan etkileri yönünden hastanın tam bir değerlendirmesi yapılır.

RADYOTERAPİ EKİPMANI

1. Simülatör

Simülatörün, konvansiyonel, bilgisayarlı tomografi (BT)-simülatör ve hibrid olmak üzere başlıca üç tipi vardır. Konvansiyonel simülatör ile radyoterapi uygulanacak bölge ve alanların sadece skopisi yapıp radyogramı alınabilir. BT-simülatör ile tıpkı diagnostik BT'de olduğu gibi ışınlanması öngörülen bölgenin istenilen kesit aralıklarıyla görüntüleri alınır. BT-simülatör ile ayrıca, sanal simülasyon işlemi de yapılabilir. Hibrid simülatörler ise, her ikisinin yaptığı işlevleri yerine getirilebilir. Bununla birlikte, günümüzde en çok kullanılan BT-simülatördür. Simülatörlerin ortak özelliği, görüntüleme enerji ve penetrasyon yeteneği düşük x-ışınlarının kullanılmasıdır.

2. Radyoterapi planlama sistemi

Radyoterapi planlama sistemleri, RT planlamasında kullanılan iyonlaştırıcı radyasyon içermeyen bilgisayar sistemleridir. Özel bilgisayar donanımı ve oldukça karmaşık algoritmaya sahip pahalı yazılımlardan meydana gelir. Bu sistemlerde, BT-simülatörden network aracılığıyla görüntü aktarılmasından, alınan görüntüler üzerinde ışınlanacak ve korunacak bölgelerin

tanımlanması ve noktasal olarak alacakları doza kadar birçok işlemin yapılması olasıdır.

3. Kalite temin ve kontrol sistemleri

Dozimetre ve kontrol sistemleri, tedavi ve planlama aygıtlarında günlük dozun ölçümünden kapsamlı kalite kontrolüne, hasta ve personelin aldığı dozdan çalışma alanlarındaki dozun ölçülmesine varıncaya kadar pek çok farklı işlemin yapılması için geliştirilmiştir. Bunlar, iyonlaştırıcı radyasyon içermeyen özel donanım ve yazılıma sahip, oldukça karmaşık yapıda bilgisayar tabanlı sistemlerdir.

4. Tedavi Uygulamasında Kullanılan Aygıtlar

Bunlar, lineer akseleratör, kobalt-60 teleterapi, brakiterapi, nötron, proton ve iyon terapi aygıtları olup, aralarında en sık ve yaygın olarak kullanılanları lineer akseleratör ve sonradan yüklemeli brakiterapi aygıtlarıdır.

RT aygıtlarında elde edilen iyonlaştırıcı radyasyonların, simülatörde elde edilenlerden farkı, enerji ve penetrasyon yeteneklerinin çok yüksek olmasıdır. RT’de tedavi amacıyla kullanılan radyasyonların başlıcaları, x, γ (gamma), elektron, α (alfa), β (beta), nötron, proton ve ağır yüklü iyonlardır.

X ve γ ışınları, foton olarak da adlandırılır. Foton ve elektronlar en çok kullanılan ışınlar olup, lineer hızlandırıcı, kobalt-60 teleterapi ve sonradan yüklemeli (*afterloading*) brakiterapi aygıtlarında elde edilir. Nötron, proton ve ağır yüklü iyon elde edilen aygıtların kullanımı ise diğerleri kadar yaygın değildir.

Yüksek enerjili iyonlaştırıcı radyasyonların en önemli özelliği, hücre atomlarında iyonlaşmaya yol açmasıdır. İyonlaşma sonucu hücre için son derece toksik olan serbest radikaller, serbest radikal etkisine bağlı olarak da hücre

organelleri ve DNA'da hasar meydana gelir. Hücre, DNA hasarlarına karşı onarım mekanizmalarını harekete geçirir. Hasarları, ya hatasız bir şekilde onararak *normal işlevlerini yerine getirmeyi sürdürür* ya da onaramayıp *bölünme ve çoğalma yeteneğini yitirir* veya *ölür*.

RT'nin yukarıda sözü edilen etkileri, kanser ve normal hücrelerin her ikisinde eşzamanlı olarak ortaya çıkar. Kanser hücreleri üzerindeki etki, RT'nin gerçekleşmesi hedeflenen etkisidir. Çünkü bu hücrelerde meydana gelen ölüm, lokal tümör kontrolü yoluyla, kür elde edilmesini sağlar. Buna karşılık normal hücre ölümü, RT'nin ortaya çıkması istenmeyen etkisidir. Çünkü, normal hücrelerin ölümü, erken ve geç radyasyon etkileriyle sonuçlanır. RT'nin erken yan etkileri, genellikle tedavi sırasında veya hemen sonrasında ortaya çıkar. Bazen RT'ye ara verilmesini gerektirirler de, bu etkiler, genellikle tedaviden kısa bir süre sonra tam olarak iyileşir ve hastanın yaşamında herhangi bir sınırlamaya yol açmaz. Buna karşılık geç yan etkiler, RT'den uzun bir süre (6.aydan) sonra ortaya çıkar ve özellikle şiddetli olanları, hastada önemli organ ve işlev bozukluklarının ortaya çıkmasına yol açar. Hatta, radyasyon miyelopatisine bağlı paraplejide olduğu gibi bazıları, ölümle sonuçlanabilir.

RADYOTERAPİ EKİBİ

İyi bir RT uygulaması için ekipman varlığı tek başına asla yeterli değildir. Ekipmanla birlikte, aygıt ve sistemlerin amaca uygun bir şekilde kullanılabilmesi için yeterli sayı ve nitelikte personelden oluşan bir ekip olması gerekir. Hatta, radyoterapi ekibinin ekipmandan daha önemli olduğunu söyleyebiliriz. Ekipman, -en yüksek teknolojiye sahip olanı bile- tek başına nitelikli radyoterapi uygulamasının güvencesi değildir.

RT ekibinin olmazsa olmaz üyeleri; radyasyon onkolojisi uzmanı, radyasyon fizikçisi, radyasyon korunması ve güvenliği uzmanı, radyoterapi teknikeri, hemşire, sekreter, dozimetrist ve yardımcı sağlık personelidir.

1. Radyasyon onkolojisi uzmanı

İyonlaştırıcı radyasyonların tedavi amacıyla kullanılması konusunda uzmanlık düzeyinde eğitim almış tıp doktorudur. Hangi hastanın neresine, ne zaman, nasıl ve hangi dozda radyoterapi verilmesi gerektiğine karar veren ve aynı zamanda ekip sorumluluğunu üstlenmiş kişidir.

2. Radyasyon fizikçisi

İyonlaştırıcı radyasyonların tedavi amacıyla kullanılması konusunda lisans veya yüksek lisans düzeyinde eğitim almış fizik mühendisi veya fizik uzmanıdır. Radyoterapi planlama ve uygulaması sırasında Radyasyon Onkolojisi Uzmanının yardımcısıdır.

3. Radyasyon korunması ve güvenliği uzmanı

Radyoterapi merkezinde radyasyon korunması ve güvenliği ile ilgili çalışmaları ve düzenlemeleri yapmakla görevli, en az yüksek lisans düzeyinde eğitim almış fizik mühendisi veya fizik uzmanıdır.

4. Radyoterapi teknikeri

Radyoterapi aygıtlarının kullanılması konusunda önlisans düzeyinde eğitim almış yardımcı sağlık personelidir. Radyasyon onkolojisi uzmanı ve fizikçisi tarafından belirlenen radyoterapi planına uygun olarak hasta tedavisini yapan kişidir. Görevi, gerek simülasyon gerekse tedavi sırasında hastaya uygun pozisyon vermek, pozisyonu doğrulamak, pozisyon doğruluğunu görüntüleme ile belgelemek ve radyoterapi planlama sisteminden gönderilen verilere uygun olarak radyoterapiyi uygulamaktır.

5. Radyoterapi hemşiresi

Radyasyon onkolojisi uzmanının denetiminde, hastaları bilgilendirmek ve gerekli işlemleri uygulamakla görevli radyoterapi konusunda eğitim almış yardımcı sağlık personelidir.

6. Sekreter

Radyoterapi merkezinde, hastaları yönlendirmek, dosya açmak, randevuları düzenlemek, sosyal güvenlik ve tedavi ücretleri ile ilgili işlemleri yürütmek, hekim tarafından istenen incelemelerin sisteme girişini yapmakla görevli yardımcı sağlık personelidir.

OKUMA ÖNERİSİ

1. Halperin EC, Wazer DE, Perez C, Brady LW. The Discipline of Radiation Oncology. Halperin EC, Wazer DE, Perez C, Brady LW (eds) :Principles and Practice of Radiation Oncology. 6th edition, Philadelphia : Wolters Kluwer - Lippincott Williams 2013, s.2-60.